

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 24 266 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 81 B 3/00  
B 81 C 1/00  
G 01 L 9/06

21 Aktenzeichen: 100 24 266.9  
22 Anmeldetag: 17. 5. 2000  
43 Offenlegungstag: 22. 11. 2001

DE 100 24 266 A 1

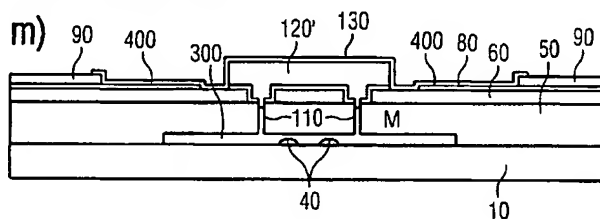
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Benzel, Hubert, Dr., 72124 Pliezhausen, DE;  
Schaefer, Frank, 72070 Tübingen, DE; Vossenber,  
Heinz-Georg, 72793 Pfullingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Mikromechanisches Bauelement und entsprechendes Herstellungsverfahren

57 Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement, insbesondere einen Drucksensor, mit einem Substrat (10) aus einem Halbleitermaterial; einer auf dem Substrat (10) epitaktisch vorgesehenen Funktionsschicht (50) aus dem Halbleitermaterial; wobei zwischen dem Substrat (10) an der Funktionsschicht (50) ein Hohlraum (300) vorgesehen ist, der einen Membranbereich (M) der Funktionsschicht (50) definiert; und unterhalb des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) ein oder mehrere Abstandshalter (40) zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) bei Durchbiegung vorgesehen sind. Die Erfindung schafft ebenfalls ein entsprechendes Herstellungsverfahren.



DE 100 24 266 A 1

## STAND DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein mikromechanisches Bauelement und ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

[0002] Obwohl prinzipiell auf auf beliebige mikromechanische Bauelemente anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf einen mikromechanischen Drucksensor in der Herstellungstechnologie der Oberflächenmikromechanik erläutert.

[0003] Bisher gibt es einen kapazitiven Drucksensor in Oberflächenmikromechanik-Technologie (OMM), bei dem zum Herausätzen des Opferoxids aus der Kaverne ein aufwendiger und langwieriger Ätzprozeß verwendet wird, um ein Ankleben ("Sticking") der Membran am darunterliegenden Kavernenboden zu verhindern (siehe auch T. Scheiter et al., Sensors and Actuators A 67 (1998), 211-214). Dieser Ätzprozeß besteht aus einer sich wiederholenden Abfolge von 10 s-Ätzintervallen in HF-Gas und anschließendem Spülen in Stickstoff.

[0004] Piezoresistive Drucksensorelemente in OMM-Technologie mit strukturierten polykristallinen Widerständen sind bisher nicht veröffentlicht worden. Bei den bekannten Drucksensorelementen sind die piezoresistiven Widerstände in eine einkristalline Siliziumschicht eindiffundiert.

[0005] Die bisher bekannten Drucksensoren werden an unterschiedliche Druckbereiche durch eine Variation der Membrangröße angepaßt, da die Dicke der Membran durch den jeweiligen verwendeten Prozeß vorgegeben ist.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

[0006] Das erfindungsgemäße mikromechanische Bauelement gemäß Anspruch 1 bzw. das entsprechende Herstellungsverfahren nach Anspruch 6 weisen gegenüber bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, daß ein einfacher Aufbau eines drucksensitiven mikromechanischen Bauelements mit einer Membran geschaffen wird. Die Anpassung an unterschiedliche Druckbereiche kann durch die Änderung eines einzelnen Prozeßschritts, der Epitaxiedicke der Funktionsschicht, erfolgen. Eine Anpassung der Lithographiemasken wie bei bekannten Verfahren ist nicht nötig.

[0007] In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung.

[0008] Eine der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß zwischen dem Substrat und der Funktionsschicht ein Hohlraum vorgesehen ist, der einen Membranbereich der Funktionsschicht definiert, und unterhalb des Membranbereichs auf dem Substrat ein oder mehrere Abstandshalter zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs auf dem Substrat bei Durchbiegung vorgesehen sind.

[0009] Durch Verwenden von solchen zweckmäßigerweise pyramidenförmigen Abstandshaltern in der Kaverne kann das "Sticking"-Problem beim Gasphasenätzen verhindert werden. Die Abstandshalter in der Kaverne erlauben es sogar, auf aufwendige Gasphasenätzprozesse zum Herauslösen der Opferschicht aus der Kaverne zu verzichten. Die Abstandshalter verhindern, daß die Membran während des Ätzprozesses durch die Oberflächenspannung des beim Ätzen entstehenden Wassers auf den Kavernenboden gezogen wird und dort "festklebt". Dadurch kann die Ätzrate deutlich gesteigert und somit die Prozeßzeit gesenkt werden. Dies gestattet es auch, die bei diesem Aufbau notwendigen gro-

ßen lateralen Ätztiefen in akzeptablen Zeiten zu erreichen. [0010] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung sind im Membranbereich auf der Funktionsschicht über eine Isolationschicht isolierte polykristalline piezoresistive Leiterbahnen aus dem Halbleitermaterial vorgesehen.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind im Membranbereich und/oder in der Peripherie des Membranbereichs durch eine Verschlussschicht verpropfte Ätzkanäle zum Ätzen einer den Hohlraum definierenden Opferschicht vorgesehen, wobei die Isolierschicht im Bereich der Ätzkanäle entsprechende Löcher aufweist, deren Seitenwände durch das Material der Leiterbahnen verkleidet sind. Die Isolierschicht unter den polykristallinen Widerständen wird im Bereich der Ätzkanäle seitlich von polykristallinem Silizium bedeckt. Ohne diese Bedeckung würde die Isolierschicht unter den polykristallinen Widerständen beim Herausätzen der Kavernen-Opferschicht ebenfalls weggeätzt werden, wodurch sich die Widerstände ablösen würden.

[0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Halbleitermaterial Silizium.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Opferschicht und die Isolierschicht eine erste und zweite Siliziumdioxidschicht.

[0014] Eine weitere der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß folgende Schritte zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements mit einer Membran, wie z. B. einem Drucksensor, durchgeführt werden: Bereitstellen eines Substrats aus einem Halbleitermaterial; Vorsehen einer Opferschicht auf dem Substrat; Strukturieren der Opferschicht zur Definition eines später zu bildenden Hohlraums und darüberliegenden Membranbereichs; epitaktisches Vorsehen einer Funktionsschicht aus dem Halbleitermaterial auf dem Substrat mit der strukturierten Opferschicht; Vorsehen einer Isolierschicht auf der Funktionsschicht; Vorsehen von Ätzkanälen im Membranbereich und/oder in der Peripherie des Membranbereichs zum Ätzen der Opferschicht; Ätzen der Opferschicht; Verschießen der Ätzkanäle; und Vorsehen von einem oder mehreren Abstandshaltern zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs auf dem Substrat bei Durchbiegung unterhalb des Membranbereichs auf dem Substrat.

[0015] Der erfindungsgemäße Aufbau erfordert beim Herausätzen der Kavernen-Opferschicht große laterale Ätztiefen. Um eine akzeptable Prozeßzeit zu erreichen, ist eine hohe Ätzrate nötig. Dadurch wird prozeßbedingt in der Kaverne relativ viel Wasser erzeugt. Durch die Oberflächenspannung würde dadurch – ohne besondere Maßnahmen – die Membran an den Kavernenboden gezogen werden. Aufgrund der großflächigen engen Berührung beider Flächen entstünden starke Kohäsionskräfte, die ein Lösen der Membran vom Kavernenboden nach dem Verdunsten des Wassers verhindern würden. Die im Rahmen dieser Erfindung vorgestellten Abstandshalter verhindern das Ankleben der Membran am Kavernenboden. Die Oberflächenspannung des Wassers kann die Membran nur so weit herunterziehen, bis sie auf den Abstandshaltern aufliegt. Die Fläche, an der sich Membran und Abstandshalter berühren, ist sehr klein. Die daraus resultierenden kleinen Kohäsionskräfte können durch die innere Spannung der Membran überwunden werden, d. h. die Membran schnell nach dem Verdunsten des Wassers wieder zurück.

[0016] Das hier dargestellte Verfahren ermöglicht eine relativ einfache und kostengünstige Herstellung unter Ausnutzung bestehender OMM-Prozeßschritte. Durch den Aufbau ist eine deutliche Verkleinerung des Sensorelements möglich. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, daß das Sensorelement lediglich durch eine Änderung der Schichtdicken an

andere Druckbereiche angepaßt werden kann. Die Epitaxiedicke bestimmt im wesentlichen die Dicke der Membran, und somit, wie stark die Membran bei einem beaufschlagten Druck verbogen wird. Eine dickere Membran erfordert höhere Drücke, um eine gewisse Durchbiegung und somit ein gewisses Ausgangssignal zu erreichen. Insbesondere ist das Sensorelement auch für höhere Drücke geeignet.

[0017] Ein Designelement stellt die Vorstrukturierung des Opfermaterials dar. Dadurch existiert beim Herausätzen des Kavernen-Opfermaterials ein lateraler Ätzstopp. Die laterale Dimension der Kaverne ist durch die Opferschicht definiert. Somit stoppt der Ätzvorgang lateral, wodurch die Lage der Membrankanten genau definiert ist. Die Vorstrukturierung des Opfermaterials erlaubt außerdem die Definition lateraler Ätzkanäle außerhalb der Kaverne. Die Kanäle beschleunigen das Herausätzen des Opfermaterials, da zusätzlich zu den Ätzkanälen in der Membranmitte das Opfermaterial durch die lateralen Kanäle herausgeätzt wird.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung erfolgt ein Vorsehen von polykristallinen piezoresistiven Leiterbahnen aus dem Halbleitermaterial im Membranbereich auf der Isolationsschicht.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung werden die Ätzkanäle durch folgende Schritte vorgesehen: Bilden von Löchern in der Isolierschicht; Vorsehen einer Schicht aus dem Leiterbahnmateriale auf der Isolierschicht mit den Löchern; Abscheiden einer Schutzschicht auf der Schicht aus dem Leiterbahnmateriale; Bilden von Löchern in der Schutzschicht innerhalb der Löcher; und Übertragen der Löcher in die Funktionsschicht zum Bilden der Ätzkanäle.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die Schutzschicht, die Isolierschicht und die Opferschicht aus demselben Material gebildet werden.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist das Halbleitermaterial Silizium. Vor dem Vorsehen der Opferschicht werden folgende Schritte durchgeführt: Vorsehen einer Siliziumnitridschicht auf dem Substrat; Strukturieren der Siliziumnitridschicht derart, daß im später zu bildenden Hohlraum Flecken aus der Siliziumnitridschicht verbleiben; thermisches Oxidieren des Substrats mit den Flecken aus der Siliziumnitridschicht, so daß sich unter den Flecken aus der Siliziumnitridschicht die Abstandshalter zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs auf dem Substrat bei Durchbiegung aus nicht-oxidiertem Substratmaterial bilden; und Entfernen der Siliziumnitridschicht. Optional kann nun noch thermisch oxidiert werden, um den Abstand zwischen der Spitze der Pyramiden und der Oberkante des Oxids zu vergrößern.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird nach dem Ätzen der Opferschicht über der Schicht aus dem Leiterbahnmateriale eine Verschlussschicht zum Verschließen der Ätzkanäle abgeschieden und derart strukturiert, daß die Ätzkanäle durch Pfropfen aus der Verschlussschicht verschlossen werden.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die Leiterbahnen nach dem Verschließen der Ätzkanäle aus der Schicht aus dem Leiterbahnmateriale strukturiert.

### ZEICHNUNGEN

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0025] Es zeigen:

[0026] Fig. 1a-m eine schematische Querschnittsdarstellung der wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer ersten Aus-

führungsform der vorliegenden Erfindung;

[0027] Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Prozeßstadium entsprechend Fig. 1m;

[0028] Fig. 3 eine Draufsicht auf das mikromechanische Bauelement gemäß der ersten Ausführungsform; und

[0029] Fig. 4 eine Draufsicht auf das mikromechanische Bauelement gemäß der zweiten Ausführungsform.

### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0030] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

[0031] Fig. 1a-m zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung der wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0032] Mit Bezug auf Fig. 1a wird zunächst ein Substrat 10 in Form eines Siliziumwafers bereit gestellt. Auf der Oberfläche des Substrats 10 wird ganzflächig Siliziumnitrid 20 abgeschieden und in einem anschließendem Photolithographie-schritt strukturiert, um Flecken aus Siliziumnitrid 20 zu bilden.

[0033] Wie in Fig. 1b dargestellt, findet im Anschluß daran eine thermische Oxidation der Oberfläche des Substrats 10 mit den Flecken aus Siliziumnitrid 20 statt. Dabei bilden sich unter den Flecken aus Siliziumnitrid 20 Pyramiden aus einkristallinem Silizium, da bei dieser selektiven Oxidation der Sauerstoff in das Siliziumsubstrat 10 diffundiert, jedoch nicht durch die Nitridflecken 20 diffundiert. Somit gibt es in dem Bereich der Flecken aus Siliziumnitrid 20 lediglich eine laterale Unterdiffusion, was zur Bildung der besagten Pyramiden 40 führt. Das Nitrid wird im Anschluß daran abgelöst.

[0034] Das so gebildete Siliziumdioxid 30 dient später als Opferschicht zur Bildung eines Hohlraums bzw. einer Kaverne unter der Membran des Drucksensors.

[0035] Wie in Fig. 1c gezeigt, wird das Opferoxid 30 in einem darauffolgenden Prozessschritt strukturiert. Der in Fig. 1c gezeigte verbleibende Teil des Opferoxids 30 definiert genau den Hohlraum des Drucksensors.

[0036] Gemäß Fig. 1d wird in einem darauffolgenden Prozessschritt Silizium ganzflächig epitaktisch aufgewachsen und mit einer zweiten Oxidschicht 60 bedeckt. Die Dicke der aufgewachsenen Siliziumschicht 50, welche auch als Funktionsschicht bezeichnet wird, bestimmt im wesentlichen die Dicke des Membranbereichs M des Drucksensors.

[0037] Mit Bezug auf Fig. 1e werden dann in einem weiteren Prozessschritt oberhalb des Membranbereichs M Löcher 70 in der zweiten Oxidschicht 60 gebildet. Anschließend wird eine polykristalline Siliziumschicht 60 auf die resultierende Struktur aufgebracht und entweder in situ oder nachträglich dotiert. In dieser polykristallinen Siliziumschicht 80 werden im weiteren Prozessverlauf die piezoelektrischen Widerstände des Drucksensors strukturiert, wie weiter unten erläutert.

[0038] Mit Bezug auf Fig. 1f findet dann eine ganzflächige Metallisierung der resultierenden Struktur statt, z. B. mit Aluminium, und in dieser Metallschicht werden dann am Rand des Sensorelements die Kontaktpads 90 zum späteren Anschluß der aus der polykristallinen Siliziumschicht 80 zu strukturierendem piezoresistiven Widerstände 400 gebildet.

[0039] Mit Bezug auf Fig. 1g wird in einem darauffolgenden Prozessschritt ganzflächig eine Schutzschicht 100 auf der resultierenden Struktur abgeschieden, welche beispielsweise ebenfalls aus Oxid oder aus Nitrid besteht. Diese wird

im Anschluss daran derart strukturiert, dass innerhalb der Löcher 70 der zweiten Oxidschicht 60 Löcher 70' dieser Schutzschicht 100 gebildet werden. Die Schutzschicht 100 hat die Aufgabe, die übrige Oberfläche bei einem nachfolgendem Ätzprozess zu schützen.

[0040] Mit Bezug auf Fig. 1h werden bei diesem nachfolgendem Ätzprozess, welcher ein anisotroper Plasmaätzprozess sein kann, die Löcher 70' in den Membranbereich bis hinunter zum Opferoxid 30 übertragen. Somit werden Ätzkanäle 110 zum späteren Opferschichtätzen des Opferoxids 30, welches momentan noch die Kaveme füllt, hergestellt.

[0041] Mit Bezug auf Fig. 1i wird im nächsten Schritt das Opferoxid 30 herausgeätzt, um den Hohlraum bzw. die Kaveme 300 zu bilden. Sollte die Schutzschicht 100 ebenfalls aus Siliziumdioxid bestehen, wird diese Schutzschicht ebenfalls bei diesem Ätzschritt weggeätzt. Anderenfalls müsste diese obere Schutzschicht 100 durch einen separaten Ätzprozess weggeätzt werden. Da die dotierte polykristalline Siliziumschicht 80 in den Löchern 70 der zweiten Oxidschicht 60 die Kanten der darunter liegenden Oxidschicht 60 bedeckt, wird diese zweite Oxidschicht 60 beim Opferschichtätzen geschützt. Bei diesem Ätzschritt sind die pyramidenförmigen Abstandshalter 40 von großer Bedeutung. Ein wichtiges Problem im Bereich der Oberflächenmikromechanik ist nämlich das "Sticking" beim Herausätzen des Opferoxids 30. Beim Ätzen bilden sich nämlich Wassertropfen, die auf Grund der Oberflächenspannung benachbarte Siliziumbereiche, also Silizium des Membranbereichs M und des Substrats 10, zusammenziehen. Ohne jegliche Abstandshalter 40 würde der Membranbereich M auf den Membranboden gezogen werden. Selbst nach dem Trocknen des Wassers bliebe der Membranbereich M auf Grund von nun großflächig wirkenden Kohäsionskräften am Boden haften. Die hier gebildeten pyramidenförmigen Abstandshalter 40 verhindern dieses Ankleben bzw. Anhaften des Membranbereichs M am Boden, da nach dem Trocknen des Wassers der Membranbereich M lediglich auf den Pyramiden spitzen der Abstandshalter 40 anhaftet. Die Rückstellkraft des Membranbereichs M ist hier groß genug, um die besagten Kohäsionskräfte, die in dem kleinem Kontaktbereich Membran-Pyramiden spitze wirken, zu überwinden.

[0042] Weiterhin stoppt die Ätzfront durch die Vorstrukturierung des Opferoxids 30 in lateraler Richtung, sobald sie auf die Grenzfläche Opferoxid-Silizium trifft, die hier einen Ätzstopp AS bildet.

[0043] Mit Bezug auf Fig. 1j wird dann auf der resultierenden Struktur ganzflächig eine Verschlussschicht 120 abgeschieden. Diese Verschlussschicht 120 kann aus Oxid, Nitrid oder aus einem anderen geeigneten Material bestehen. Bei diesem Prozeßschritt wird gleichzeitig der Innendruck bzw. die Atmosphäre des Hohlraums 300 festgelegt.

[0044] Weiterhin wird dann die Schutzschicht 120 derart strukturiert, dass im zentralen Bereich des Membranbereichs M, wo die Ätzkanäle 110 angeordnet sind, ein Boss entsteht. Selbstverständlich wäre es ebenfalls möglich, eine Unterstrukturierung dieses Boss derart vorzusehen, dass lediglich die einzelnen Ätzkanäle 110 durch individuelle Pfropfen aus der Verschlussschicht 120 verpfropft sind.

[0045] Mit Bezug auf Fig. 11 werden daraufhin durch übliche photolithographische Strukturierung die Lage und die Form der piezoresistiven Widerstände 400 definiert.

[0046] Abschließend wird die resultierende Struktur gemäß Fig. 1m durch eine Passivierungsschicht 130 bedeckt, welche durch eine abschließende photolithographische Strukturierung im Bereich der Kontaktpads 90 geöffnet wird.

[0047] Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines mikromechanischen Bauelements gemäß einer

zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Prozeßstadium entsprechend Fig. 1m.

[0048] Wie in Fig. 2 illustriert, können ebenfalls im Randbereich bzw. in der Peripherie des Membranbereichs M weitere Ätzkanäle 115 gebildet werden, welche dann durch die Schutzschicht 120 mit den Pfropfen 120" analog zu dem Boss 120' bei der ersten Ausführungsform verschlossen werden. Selbstverständlich sollten derartige Ätzkanäle 115 mit den besagten Pfropfen 120" einen hinreichenden Abstand von den piezoresistiven Widerständen 400 haben, um deren Verhalten nicht zu beeinflussen.

[0049] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf das mikromechanische Bauelement gemäß der ersten Ausführungsform.

[0050] Aus Fig. 3 wird die planare Gestaltung des Drucksensors gemäß der ersten Ausführungsform deutlich. Es sind vier piezoresistive Widerstände 400, welche jeweils eine U-Form aufweisen vorgesehen. Jeweils zwei benachbarte piezoresistive Widerstände 400 sind "übers Eck" durch ein gemeinsames Kontaktpad 90 zu einer Wheatstoneschen Brücke miteinander verbunden. Die gestrichelte Linie in Fig. 3 deutet die Membrankante MK an. Mit anderen Worten liegt der Hohlraum innerhalb des durch die gestrichelte Linie umrandeten Bereichs.

[0051] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf das mikromechanische Bauelement gemäß der zweiten Ausführungsform.

[0052] Die Draufsicht gemäß Fig. 4 entspricht der zweiten Ausführungsform nach Fig. 2, bei der weitere Ätzkanäle 115 in der Peripherie des Membranbereichs M vorgesehen sind, welche durch Pfropfen aus der Schutzschicht 120" verschlossen sind. Ansonsten sind die in Fig. 3 und Fig. 4 gezeigte Struktur gleich.

[0053] Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

[0054] Selbstverständlich ist es möglich, den piezoresistiven Widerstandselementen eine beliebige Form zu geben, welche von der U-Form abweichen. Auch können die Ätzkanäle 110 bzw. 115 anders als in der dargestellten Form angeordnet werden. Auch die Gestaltung der Verbindung der piezoresistiven Widerstandselemente über die Kontaktpads 90 kann selbstverständlich beliebig variiert werden.

[0055] Als weitere Variante können die pyramidenförmigen Abstandshalter, der Ätzstopp durch die Vorstrukturierung des Opferoxids sowie die lateralen Ätzkanäle für einen kapazitiven Drucksensor in OMM-Technologie verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Mikromechanisches Bauelement, insbesondere Drucksensor, mit:

einem Substrat (10) aus einem Halbleitermaterial;  
einer auf dem Substrat (10) epitaktisch vorgesehenen Funktionsschicht (50) aus dem Halbleitermaterial;  
wobei

zwischen dem Substrat (10) und der Funktionsschicht (50) ein Hohlraum (300) vorgesehen ist, der einen Membranbereich (M) der Funktionsschicht (50) definiert; und

unterhalb des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) ein oder mehrere Abstandshalter (40) zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) bei Durchbiegung vorgesehen sind.

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Membranbereich (M) auf der Funktionsschicht (50) über eine Isolationsschicht (60) isolierte polykristalline piezoresistive Leiterbahnen (400)

aus dem Halbleitermaterial vorgesehen sind.

3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Membranbereich (M) und/oder in der Peripherie des Membranbereichs (M) durch eine Verschußschicht (120', 120'') verpropfte Ätzkanäle (110; 115) zum Ätzen einer den Hohlraum (300) definierenden Opferschicht (30) vorgesehen sind, wobei die Isolierschicht (60) im Bereich der Ätzkanäle (110; 115) entsprechende Löcher (70) aufweist, deren Seitenwände durch das Material der Leiterbahnen (400) verkleidet sind.

4. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitermaterial Silizium ist.

5. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Opferschicht (30) und die Isolierschicht (60) eine erste und zweite Siliziumdioxidschicht sind.

6. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements, insbesondere eines Drucksensors, mit den Schritten:

Bereitstellen eines Substrats (10) aus einem Halbleitermaterial;

Vorsehen einer Opferschicht (30) auf dem Substrat (10);

Strukturieren der Opferschicht (30) zur Definition eines später zu bildenden Hohlraums (300) und darüberliegenden Membranbereichs (M);

epitaktisches Vorsehen einer Funktionsschicht (50) aus dem Halbleitermaterial auf dem Substrat (10) mit der strukturierten Opferschicht;

Vorsehen einer Isolierschicht (60) auf der Funktionsschicht (50);

Vorsehen von Ätzkanälen (110; 115) im Membranbereich (M) und/oder in der Peripherie des Membranbereichs (M) zum Ätzen der Opferschicht (30);

Ätzen der Opferschicht (30);

Verschließen der Ätzkanäle (110; 115); und

Vorsehen von einem oder mehreren Abstandshaltern (40) zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) bei Durchbiegung unterhalb des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10).

7. Verfahren nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch den Schritt des Vorsehens von polykristallinen piezoresistiven Leiterbahnen (400) aus dem Halbleitermaterial im Membranbereich (M) auf der Isolationsschicht (60).

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ätzkanäle (110; 115) durch folgende Schritte vorgesehen werden:

Bilden von Löchern (70) in der Isolierschicht (60);

Vorsehen einer Schicht (80) aus dem Leiterbahnmaterial auf der Isolierschicht (60) mit den Löchern (70);

Abscheiden einer Schutzschicht (100) auf der Schicht (80) aus dem Leiterbahnmaterial;

Bilden von Löchern (70') in der Schutzschicht innerhalb der Löcher (70); und

Übertragen der Löcher (70') in die Funktionsschicht (50) zum Bilden der Ätzkanäle.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (100), die Isolierschicht (60) und die Opferschicht (30) aus demselben Material gebildet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitermaterial Silizium ist und vor dem Vorsehen der Opferschicht (30) folgende Schritte durchgeführt werden:

Vorsehen einer Siliziumnitridschicht (20) auf dem Sub-

strat (10);

Strukturieren der Siliziumnitridschicht (20) derart, daß im später zu bildenden Hohlraum (300) Flecken aus der Siliziumnitridschicht (20) verbleiben;

thermisches Oxidieren des Substrats (10) mit den Flecken aus der Siliziumnitridschicht (20), so daß sich unter den Flecken aus der Siliziumnitridschicht (20) die Abstandshalter (40) zum Verhindern eines Anhaftens des Membranbereichs (M) auf dem Substrat (10) bei Durchbiegung aus nicht-oxidiertem Substratmaterial bilden;

Entfernen der Siliziumnitridschicht (20);

optionelles thermisches Oxidieren zum Vergrößern des Abstandes zwischen der Spitze der Abstandshalter (40) und der Oberkante des Oxids.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Ätzen der Opferschicht über der Schicht (80) aus dem Leiterbahnmaterial eine Verschußschicht (120) zum Verschließen der Ätzkanäle (110; 115) abgeschieden wird und derart strukturiert wird, daß die Ätzkanäle (110; 115) durch Pfropfen (120'; 120'') aus der Verschußschicht (120) verschlossen werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen (400) nach dem Verschließen der Ätzkanäle (110; 115) aus der Schicht (80) aus dem Leiterbahnmaterial strukturiert werden.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG 1

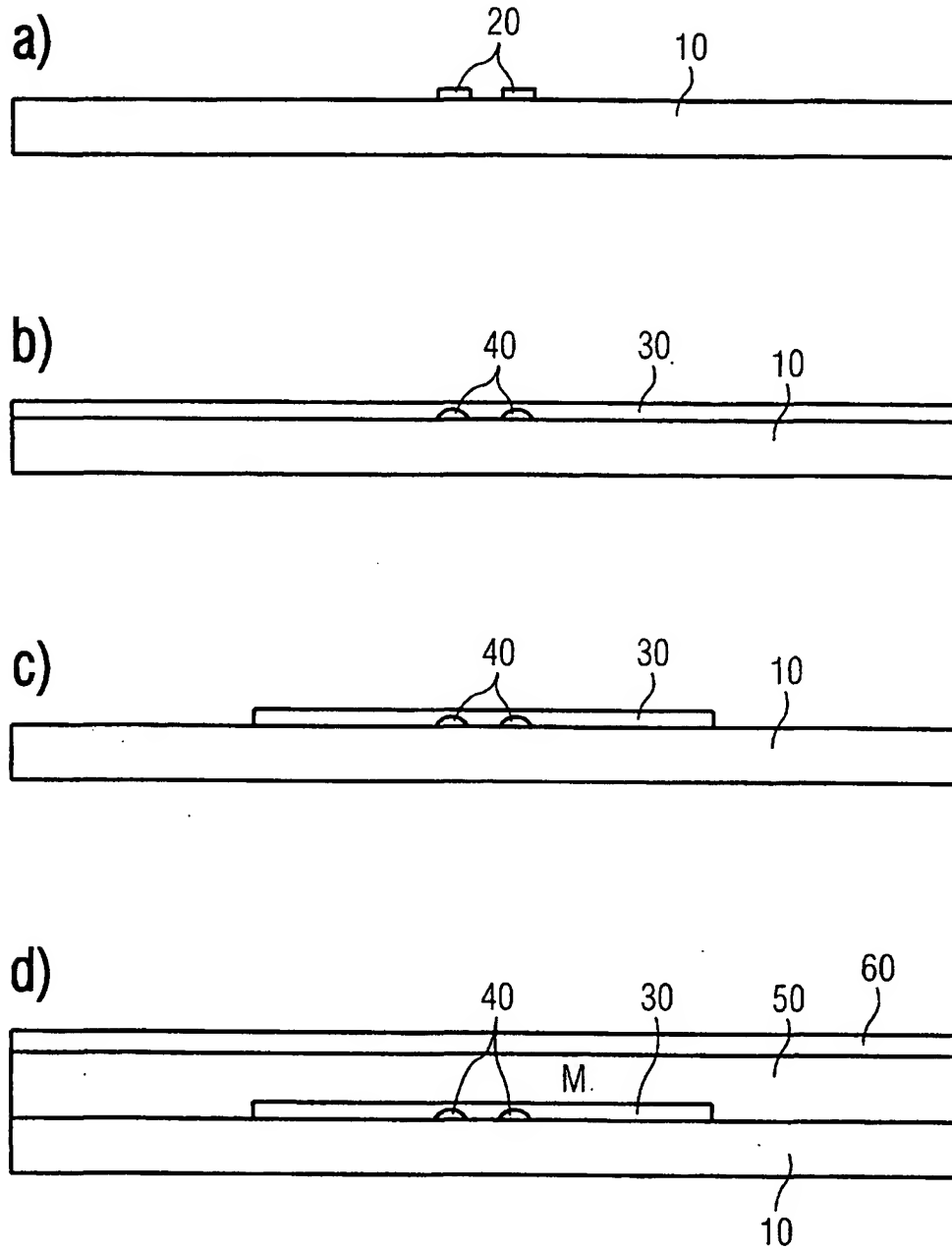


FIG 1

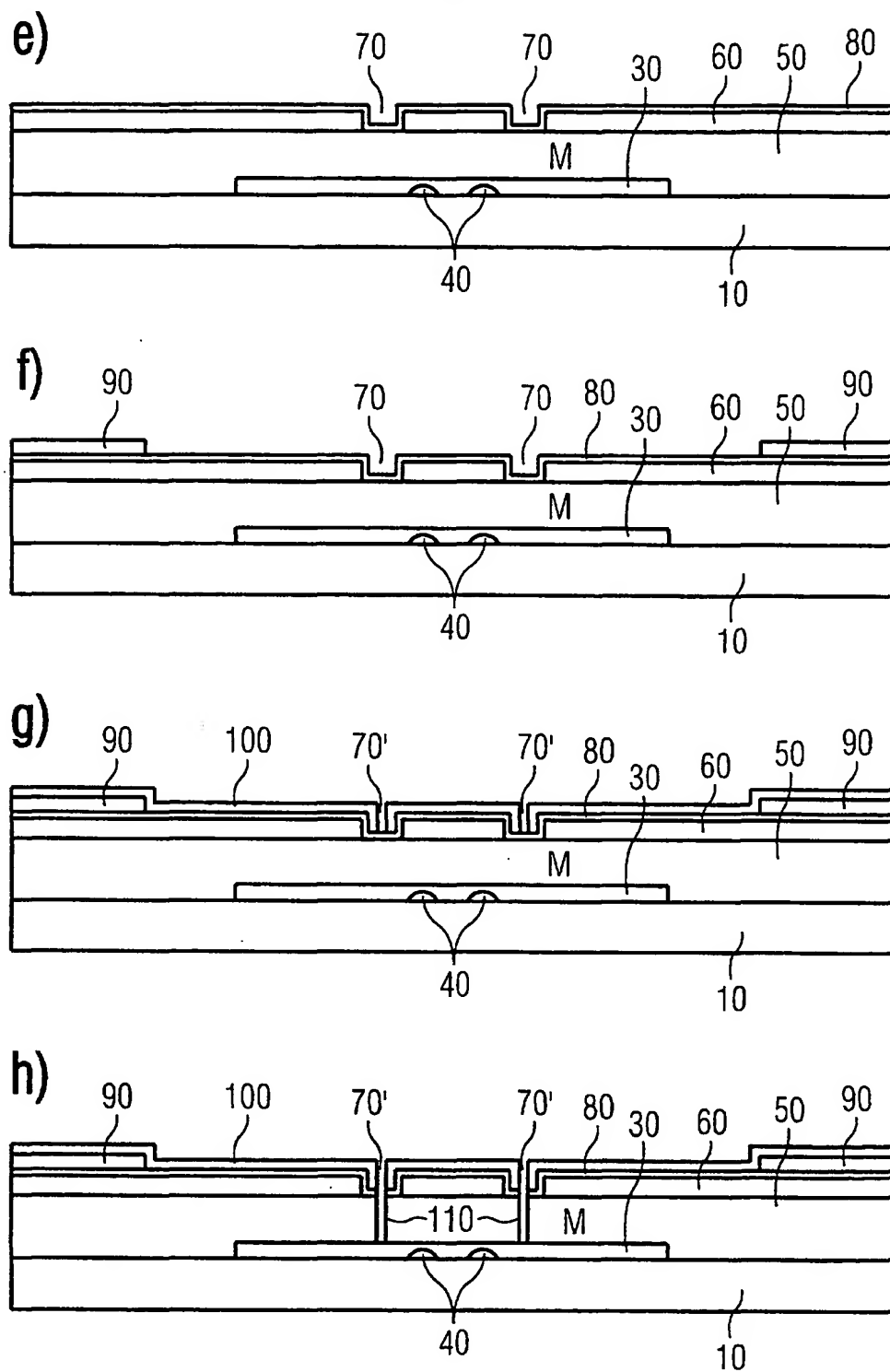




FIG 1

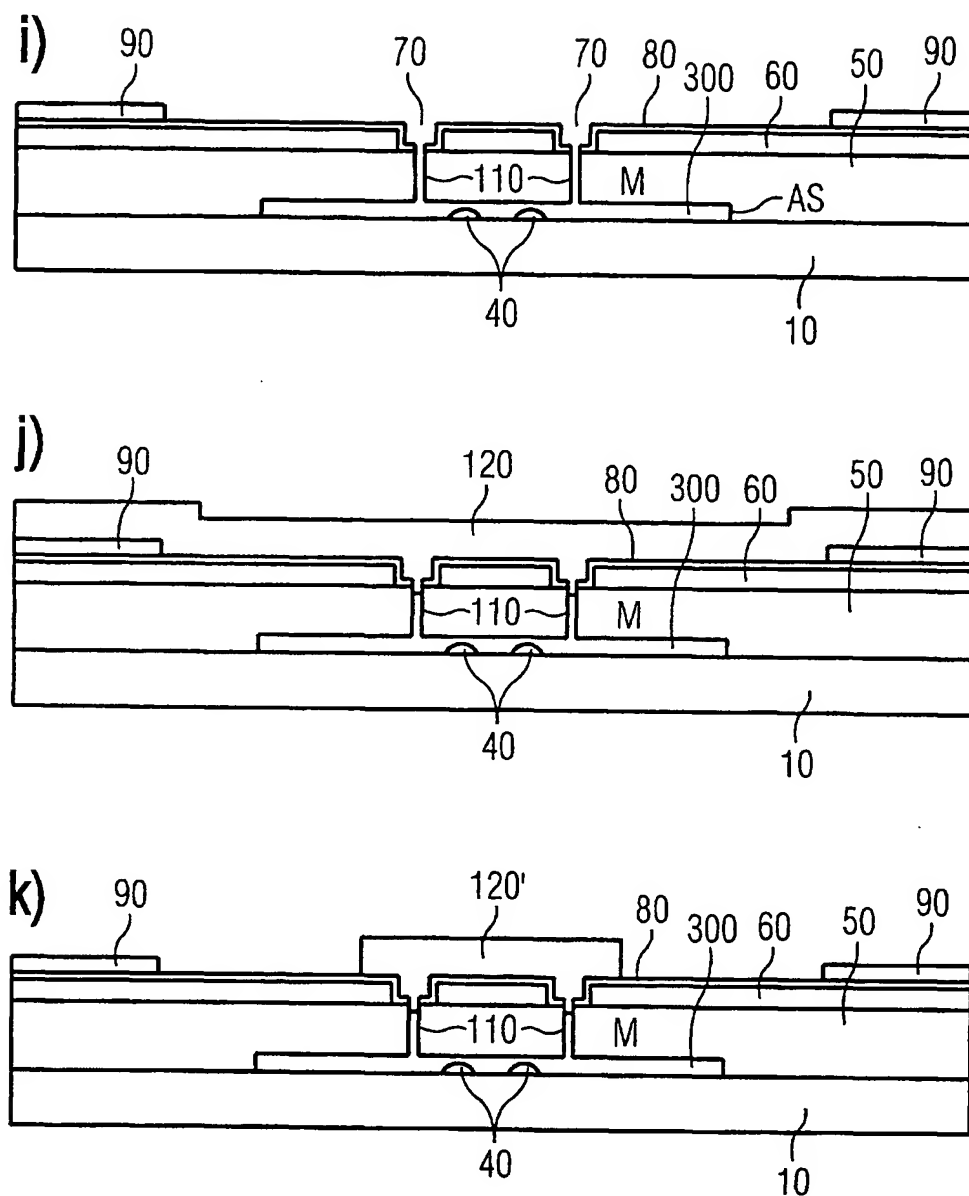


FIG 1

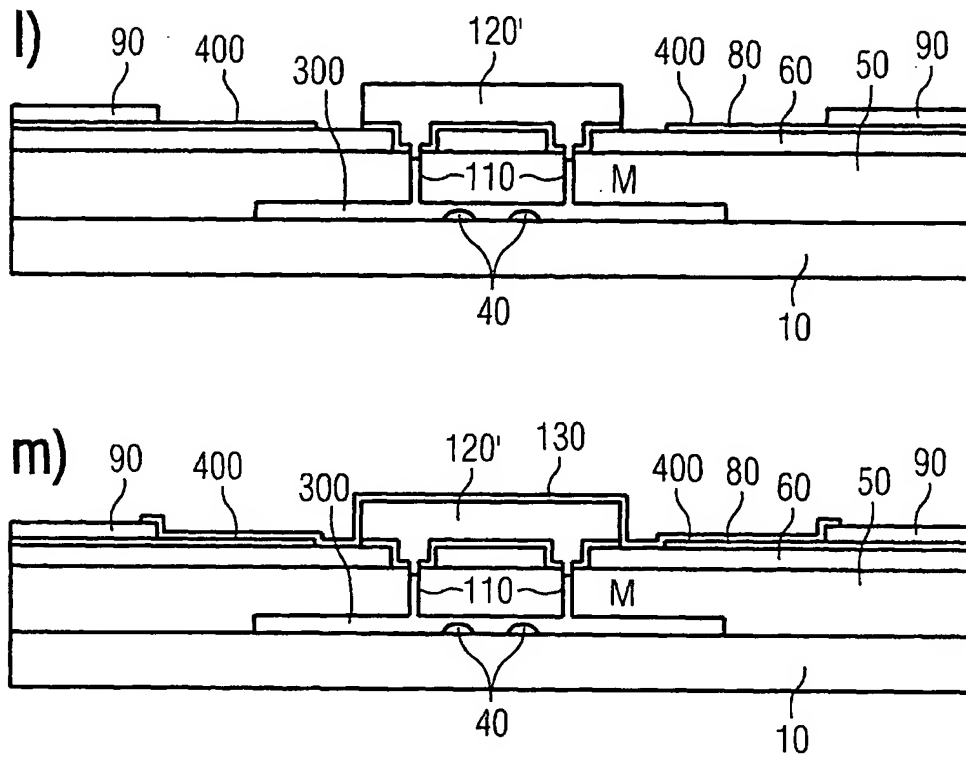


FIG 2

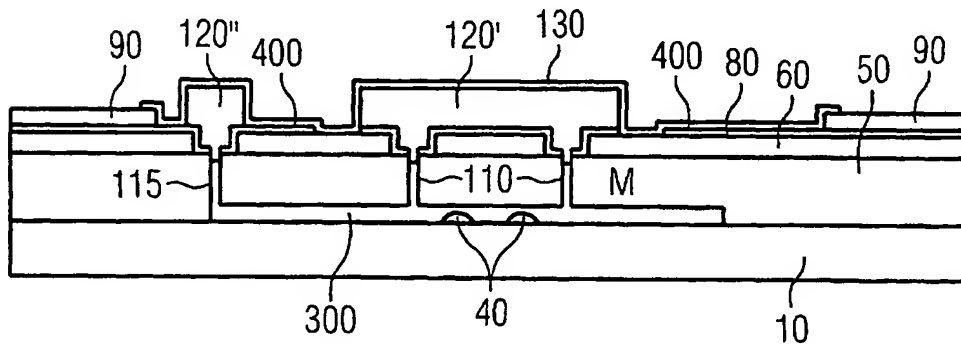


FIG 3

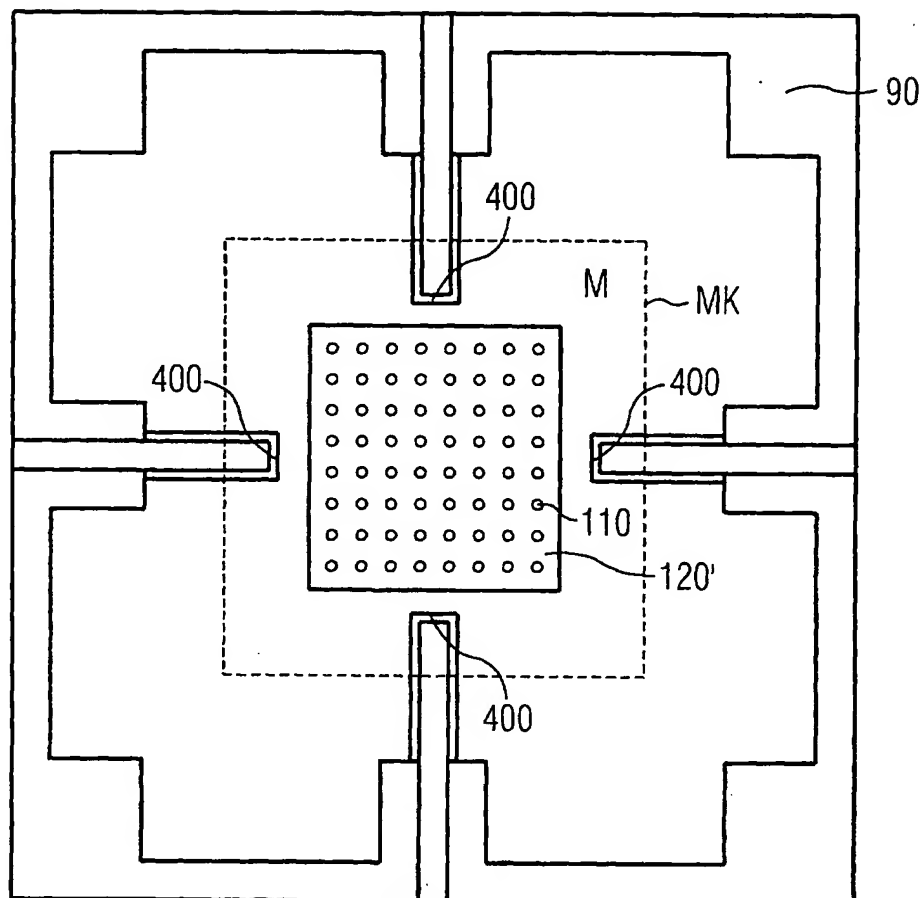


FIG 4

